I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlassen BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	**Kompetenzbereiche**				
	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**
1.1	x				
1.2		x	x		x
1.3	x				
1.4	x				
1.5				x	
1.6					x
2.1	x	x			
2.2	x			x	
2.3	x		x	x	
2.4	x	x			
2.5	x				

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Energietechnik
Q3: Luftreinhaltung
verbindliche Themenfelder: Grundlagen zum Energiebegriff (Q1.1), Konventionelle Verfahren zur Energieversorgung (Q1.2), Luftschadstoffe (Q3.2), Verfahren zur Emissionsminderung (Q3.3)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	skizzieren, beschriften			
	http://energie-strom.com/energie/kraftwerke/kohlekraftwerk.html (abgerufen am 10.11.2014).			
	skizzieren	5		
	beschriften		5	
1.2	zeichnen, abschätzen			
	https://physikunterricht-online.de/jahrgang-10/wirkungsgrade/ (abgerufen am 04.10.2021).			
	Die Prozentangaben können auch leicht abweichen.			
	zeichnen	2	2	
	abschätzen		2	2

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
1.3	berechnen $P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\eta_{el}} = \frac{2 \cdot 1060\,\text{MW}}{0{,}432} = \underline{\underline{4907{,}41\,\text{MW}}}$ $\dot{Q} = 4907{,}41\,\text{MW} \cdot 24\,\frac{\text{h}}{\text{d}} = \underline{\underline{117{,}78\,\frac{\text{GWh}}{\text{d}}}}$ $\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{H_i} = \frac{424{,}01 \cdot 10^{12}\,\frac{\text{J}}{\text{d}}}{11 \cdot 10^6\,\frac{\text{J}}{\text{kg}}} = \underline{\underline{38{,}55 \cdot 10^6\,\frac{\text{kg}}{\text{d}}}} = \underline{\underline{38550\,\frac{\text{t}}{\text{d}}}}$	4	4	
1.4	berechnen $\frac{1\,\text{kWh}}{\eta_{el}} = \frac{1\,\text{kWh}}{0{,}432} = 2{,}315\,\text{kWh}_{\text{th}} = 8{,}33\,\text{MJ}$ $n = \frac{8{,}33\,\text{MJ}}{394\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} = \underline{\underline{21{,}1489\,\text{mol}}}$ $m_{CO_2} = 44\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 21{,}1489\,\text{mol} = \underline{\underline{930{,}6\,\text{g}}}$	2	4	
1.5	erklären Die Braunkohle hat einen hohen Wasseranteil und hat somit eine relativ geringe Energiedichte. Die Kraftwerke haben eine sehr hohe Leistung. Daher müssen sehr große Brennstoffmengen bewegt werden. Große Transportwege vermindern die Wirtschaftlichkeit erheblich. Die anfallende Asche wird zur Rekultivierung der Tagebauflächen eingesetzt. erläutern Die entstehende Abwärme in den Kraftwerken bleibt weitestgehend ungenutzt. Durch die Standortwahl in der Nähe der Abbaugebiete sind potentielle Wärmeverbraucher aus Industrie oder privaten Haushalten in der Regel weit entfernt. Fernwärmeleitungen zur Nutzung der Abwärme werden bei großen Entfernungen zum Verbraucher unwirtschaftlich.		3	3

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE** I	**BE** II	**BE** III
1.6	diskutieren − Ein Teil der kontinuierlichen Stromerzeugung durch Atomkraftwerke musste nach deren Abschaltung durch Kohlekraftwerke übernommen werden. − Das Braunkohlekraftwerk Neurath hat neben anderen Braunkohlekraftwerken den Vorteil, dass es kontinuierlich Strom erzeugen kann und damit die Versorgungssicherheit garantiert. − Die Stromerzeugung durch Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen ist vom Wetter abhängig und daher volatil. − Um eine Versorgungssicherheit wie das Kraftwerk Neurath zu erreichen, müssten die Möglichkeiten der Stromspeicherung erheblich weiterentwickelt werden. Dies führt zu erheblichen technischen und finanziellen Schwierigkeiten. − Auf der anderen Seite verursachen Braunkohlekraftwerke einen erheblichen Anteil der CO_2-Emissionen bei der Stromerzeugung, trotz optimierter Anlagentechnik. − Die Akzeptanz innerhalb der Bevölkerung für den kontinuierlichen Abbau von Braunkohle im Tagebau mit den erheblichen Eingriffen in die Natur ist in den letzten Jahren geringer geworden. Die gesteckten Klimaziele können nur erreicht werden, wenn der CO_2-Ausstoß schneller reduziert wird, was für eine möglichst schnelle Abschaltung des Kraftwerks spricht. Eine stark verkürzte Laufzeit vermindert jedoch die Wirtschaftlichkeit des Kraftwerks. Um trotzdem die Versorgungssicherheit zu garantieren sind erhebliche Anstrengungen auf Seiten der regenerativen Energien nötig.			10
	Summe 48	**13**	**20**	**15**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE** I	**BE** II	**BE** III
2.1	beschreiben − Schwefeldioxid in der Atemluft erzeugt Lungenödeme und bildet in feuchter Atmosphäre sauren Regen, der Schäden an Pflanzen, Boden, Gebäuden und technischen Anlagen verursacht. − Stickoxide bilden in feuchter Atmosphäre sauren Regen und erhöhen die Ozonkonzentration in der Atemluft (Sommersmog) mit resultierenden allergischen Reaktionen und Herz-Kreislauf-Belastungen. − Stäube belasten die Atemluft, wirken gesundheitsschädigend (karzinogen, allergen), verschmutzen und kontaminieren Oberflächen. − Aus gesundheitlicher Sicht sind neben dem Schadstoffgehalt des Staubes Größe und Form der Staubpartikel die entscheidenden Parameter. Größere Partikel (Grobstaub) bleiben mehr oder minder gut an den Nasenhärchen oder den Schleimhäuten des Nasen-Rachenraums hängen. Kleinere und kleinste Staubpartikel (Feinstaub) können über die Luftröhre und die Bronchien bis tief in die Lunge vordringen. Daher wird der Feinstaub auch als inhalierbarer bzw. als lungengängiger Staub bezeichnet.	3	3	

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
2.2	skizzieren, beschriften geändert nach http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/rauchgas/archiv/rauchgasentschwefelung.htm (abgerufen am 05.10.2021). skizzieren beschriften erklären Eliminierung von Schwefeldioxid: − Das Rauchgas durchläuft einen Wäscher im Gegenstrom zur Absorptionssuspension aus Kalkmilch ($Ca(OH)_2$). − Dabei entsteht Calciumsulfit: $Ca(OH)_2 + SO_2 \rightarrow CaSO_3 + H_2O$, Mit Luftsauerstoff wird dies zu Calciumsulfat (Gips) aufoxidiert: $2\ CaSO_3 + O_2 \rightarrow 2\ CaSO_4$. Gips ist ein wasserunlöslicher Feststoff, der abgetrennt wird.	5	5	5
2.3	begründen Bei der Verbrennung von Feststoffen entstehen Partikel unterschiedlicher Korngrößenklassen. Jedes Filtersystem kann konstruktions- und funktionsbedingt nur einen bestimmten Korngrößenbereich abscheiden. Daher sind mehrere hintereinandergeschaltete Filtersysteme notwendig, um alle Korngrößenklassen abzudecken. Je nach Beschaffenheit der Staublast und Temperatur des Gasstroms können nacheinander mehrere Reinigungsstufen durchlaufen werden.		2	

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE		
		I	II	III
	vergleichen – Elektroabscheider erzeugen elektrostatische Anziehungskräfte, mit denen vor allem feine Stäube aus sehr heißen Gasen abgetrennt werden. – Zyklone nutzen Schwer- und Fliehkräfte in Gasströmen zur Abscheidung grober Stäube. Sie sind unempfindlich bei großen Abgastemperaturen. – Gewebefilter scheiden durch Sperrwirkung und Adsorptionskräfte das feinste Grenzkorn aller Filter ab, werden aber durch grobe Partikel zu schnell zugesetzt. Deshalb werden sie als letzte Abscheidestufe eingesetzt. Sie sind temperaturempfindlicher als die anderen Abscheider und müssen daher in kühleren Abgasströmen eingesetzt werden. – Nasswäscher scheiden sehr kleine Staubpartikel durch Bindung an Waschflüssigkeitstropfen ab. Sie kühlen den Abgasstrom merklich ab.			6
2.4	beschreiben – Das Rohgas tritt an der Position 1 im unteren Bereich des Filtergehäuses ein. – An den Filterelementen (Filterschläuche) Position 2 erfolgt die Trennung des Rohgases in Reingas und Staub. – Das Reingas verlässt den Filter an der Position 3. – Sobald das Messgerät einen festgelegten Differenzdruck an der Kopfplatte misst, erfolgt die Abreinigung der Filterelemente. – Durch ein Steuersignal öffnet ein Druckluftventil. – Über ein Düsenrohr (Position 4) wird die Druckluft von oben direkt in die Filterschläuche geleitet. – Die Filterschläuche werden durch den Druckluftstrahl schlagartig abgereinigt. – Der anfallende Staub sammelt sich im unteren Bereich der Filteranlage und kann abgeführt werden.	4	4	
	zeichnen Filter- wirkungsgrad [%] Zeit	2	2	

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
	begründen – Mit zunehmender Filterbelegung nimmt der Filterwirkungsgrad zu, da die abgeschiedenen Partikel für eine zusätzliche Filterwirkung sorgen. – Sobald der Filterkuchen eine bestimmte Dicke erreicht, ist die Druckdifferenz zwischen Rohgas und Reingas so groß, dass der Energieaufwand für das Durchströmen des Filters zu groß wird. – Der Filter muss mechanisch gereinigt werden (Rütteln, Druckluft von der Gegenseite), sodass der Filterkuchen vom Gewebe abfällt. – Dadurch entfällt die zusätzliche Filterwirkung und der Filterwirkungsgrad erreicht wieder seinen Minimalwert.	2	2	
2.5	berechnen $\beta_2 = (1-0{,}99)\cdot\beta_1$ $\beta_1 = \frac{\beta_2}{0{,}01} = \frac{4\,\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}}{0{,}01} = \underline{\underline{400\,\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}}}$ $\dot{V} = \frac{2\,\frac{\text{t}}{\text{d}}}{396\,\frac{\text{mg}}{\text{m}^3}} = \frac{2000000\,\frac{\text{g}}{\text{d}}}{0{,}396\,\frac{\text{g}}{\text{m}^3}} = 5050505\,\frac{\text{m}^3}{\text{d}} = \underline{\underline{210438\,\frac{\text{m}^3}{\text{h}}}}$		7	
	Summe 52	**16**	**25**	**11**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Umwelttechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung eines Vorschlags, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	**Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen**			**Summe**
	AFB I	**AFB II**	**AFB III**	
1	13	20	15	**48**
2	16	25	11	**52**
Summe	**29**	**45**	**26**	**100**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.